

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-174652

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 11-354701

(71)Applicant : SHOWA ELECTRIC WIRE &  
CABLE CO LTD

(22)Date of filing : 14.12.1999

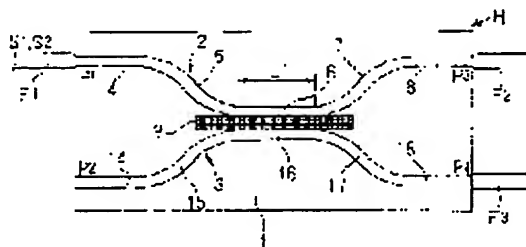
(72)Inventor : SAKAKIBARA MASAKI  
NORO HARUTO

## (54) OPTICAL COUPLER/BRANCHING FILTER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To completely perform the transfer of coupling/branching in an optical coupler/branching filter without receiving any restriction to wavelengths.

**SOLUTION:** Since a photonic crystal body 9 which inhibits the propagation of signal light S1 in the wavelength region corresponding to a short wavelength of coupling or branching signal light S1, S2 is provided between coupling parts 6, 16 of two optical waveguides 2, 3, the transfer of non-coupling or non-branching optical signal S1 to the other optical waveguide 3 is eliminated, the coupling parts 6, 16 are formed so as to maximize a coupling ratio transferring the coupling or branching signal light S2 to the other optical waveguide 3, and complete coupling or branching is performed. Also, since the effect of the photonic crystal body 9 is not reduced with lapse of time, the high coupling ratio is held in a constant, and complete coupling or branching is performed by one coupler.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of  
rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The input section of the shape of a straight line into which two optical waveguides introduce light, and the curvilinear section bent in the direction in which it approaches mutually from this input section, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section The optical multiplexer/demultiplexer characterized by the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light by which one optical waveguide is spread as it is between said two bond parts of said optical waveguide coming to intervene.

[Claim 2] The input section of the shape of a straight line into which two optical waveguides introduce light, and the curvilinear section bent in the direction in which it approaches mutually from this input section, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section The optical multiplexer/demultiplexer characterized by preparing the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light which spreads said optical waveguide of another side in the lower stream of a river of said bond part of each of said optical waveguide.

[Claim 3] The input section of the shape of a straight line into which two optical waveguides introduce light, and the curvilinear section bent in the direction in which it approaches mutually from this input section, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section One optical waveguide between said two bond parts of said optical waveguide as it is The optical multiplexer/demultiplexer characterized by preparing the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light which spreads said optical waveguide of another side in the lower stream of a river of said bond part of the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light spread, and each of said optical waveguide.

[Claim 4] Said photograph nick crystalline is an optical multiplexer/demultiplexer according to claim 1 or 3 characterized by the \*\*\*\* from the die length of said bond part.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical multiplexer/demultiplexer for setting to optical communication, a photosensor, etc., and multiplexing or separating signal light spectrally.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since it is necessary in wire broadcasting television to multiplex and transmit a picture signal, various information signals, etc. with a telephone signal in recent years, it considers adopting a frequency modulation multiplexing transmission system as these transmission systems. In this case, it is possible to transmit a telephone signal in a 1.31-micrometer wavelength band, and to specifically transmit a picture signal, various information signals, etc. in a 1.55-micrometer wavelength band, and it will become indispensable to multiplex and to separate the signal light of such a wavelength band spectrally.

[0003] From the former, it sets to an optical integrated circuit and the optical multiplexer/demultiplexer is known by using signal light as the component multiplexed or separated spectrally, and the Mach CHIENDA light interference pattern optical multiplexer/demultiplexer is used abundantly in order that the wavelength band which can be multiplexed and separated spectrally may continue broadly.

[0004] Two optical waveguides of the specific configuration where a Mach CHIENDA light interference pattern optical multiplexer/demultiplexer serves as a core at a clad glass layer are laid underground, and multiplexing or spectral separation of a lightwave signal is made in the part which two optical waveguides approached in parallel, i.e., a bond part. This kind of Mach CHIENDA light interference pattern optical multiplexer/demultiplexer is equipped with the optical waveguides 22 and 32 formed in mutual [ which are laid under the clad glass layer 21 / two ] at the symmetry as shown in drawing 11 . The input section 23 in which optical waveguide 22 is formed in the shape of a straight line from the input port p1 where the incident light fiber f1 is connected, So that the curvilinear section 24 following this, the bond part 25 which approaches the optical waveguide 32 of further others and is prepared in parallel, and optical waveguide 32 may be deserted and optical waveguide 32 may be approached again It has \*\*\*\*\* 26 prepared, the bond part 27 following \*\*\*\*\* 26, the curvilinear section 28 prepared so that a bond part 27 may be deserted, and the output section 29 of the shape of a straight line connected to the output port p3 where the outgoing radiation optical fiber f2 is connected. On the other hand Optical waveguide 32 corresponds to the input section 23 of optical waveguide 22, and the curvilinear section 34 which follows a symmetrical location at a bay 33 and a bay 33 and the bond part 25 of optical waveguide 22. So that the bond part 35 prepared, the bond part 36 which is prepared in the shape of a straight line corresponding to \*\*\*\*\* 26 of optical waveguide 22, and is further prepared corresponding to the bond part 27 of optical waveguide 22, and optical waveguide 22 may be deserted It has the curvilinear section 37 prepared and the output section 38 of the shape of a straight line connected to the output port p4 where the outgoing radiation optical fiber f3 is connected. optical waveguide 22 -- \*\*\*\*\* 26 -- preparing -- the optical path length's L1 optical waveguide 32 -- deltaL -- the quantity of light with which multiplexing or spectral separation between optical waveguide 22 and 32 is made while the wavelength of the light which shall have the long optical path length, and is multiplexed and separated spectrally with the die length of deltaL is defined -- comparatively -- that is, a binding

fraction is defined. In such a Mach CHIENDA light interference pattern optical multiplexer/demultiplexer If wavelength  $s_1$  and  $\lambda_1$   $s_2$ , for example, 1.31 micrometers and wavelength  $\lambda_2$ , for example, two signal light which has 1.55 micrometers, is inputted from the input port p1 of optical waveguide 23 from the incident light fiber f1 In a bond part 25, a part of signal light  $s_2$  shifts to the bond part 35 of optical waveguide 32. Furthermore, in a bond part 27, the signal light  $s_2$  shifts to the bond part 36 of optical waveguide 32. The signal light  $s_1$  transmitted in optical waveguide 22 is outputted to the outgoing radiation optical fiber f2 from an output port p3, and the signal light  $s_2$  transmitted in optical waveguide 32 is outputted to the outgoing radiation optical fiber f3 from an output port p4. The relation of the loss of power of signal light and the wavelength of signal light which are outputted from output ports p3 and p4 is shown in drawing 12 .

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such a Mach CHIENDA light interference pattern optical multiplexer/demultiplexer, even if it prepared the bond part in two steps so that clearly also from drawing 12 , the signal light  $s_2$  was not able to be completely shifted to optical waveguide 32 from optical waveguide 22. Moreover, it was difficult for the binding fraction of a bond part to have wavelength and a correlation, for the binding fraction to become settled naturally and to choose as arbitration the wavelength of the signal light multiplexed or separated spectrally, if the wavelength of the signal light multiplexed or separated spectrally is set as a thing [ \*\*\*\* ], and to enlarge a binding fraction. For this reason, although there were some which prepared the dielectric filter in the bond part, the effectiveness which may be followed on the passage of time fell, and satisfying multiplexing and spectral separation were not made.

[0006] This invention is made in order to cancel the above-mentioned fault, and it aims at offering the optical multiplexer/demultiplexer which does not limit the signal light from which the wavelength band to transmit differs, but completely enables multiplexing and spectral separation of a wavelength band for it.

[0007]

[The means for solving invention] The input section of the shape of a straight line into which, as for the optical multiplexer/demultiplexer of the invention in this application, two optical waveguides introduce light, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to the curvilinear section bent in the direction which approaches mutually, and this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread from this input section is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section The photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light by which one optical waveguide is spread as it is between two bond parts of optical waveguide comes to intervene. Moreover, the input section of the shape of a straight line into which, as for the optical multiplexer/demultiplexer of the invention in this application, two optical waveguides introduce light, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to the curvilinear section bent in the direction which approaches mutually, and this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread from this input section is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section The photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light which spreads the optical waveguide of another side is prepared in the lower stream of a river of the bond part of each optical waveguide. Furthermore, the input section of the shape of a straight line into which, as for the optical multiplexer/demultiplexer of the invention in this application, two optical waveguides introduce light, The bond part by which the spectral separation or multiplexing of light which is connected to the curvilinear section bent in the direction which approaches mutually, and this curvilinear section, approaches in parallel with mutual, and is prepared and spread from this input section is made, In the optical multiplexer/demultiplexer equipped with the curvilinear section bent in the direction which deserts this bond part mutually, and the output section of the shape of a straight line which carries out outgoing radiation of the light from this curvilinear section The photograph nick crystalline

which controls propagation of the wavelength light of the light which spreads the optical waveguide of another side is prepared in the lower stream of a river of the bond part of the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light of the light by which one optical waveguide is spread as it is between two bond parts of optical waveguide, and each optical waveguide. The optical multiplexer/demultiplexer of these invention in this application is desirable, and a photograph nick crystalline is longer than the die length of a bond part.

[0008] Since the optical multiplexer/demultiplexer of the invention in this application prepared the photograph nick crystalline which controls propagation of the light of the wavelength field of the signal light by which the optical waveguide inputted between two bond parts of optical waveguide is spread as it is, without being multiplexed or separated spectrally, A bond part can be formed so that the binding fraction which makes it shift to the optical waveguide of another side of the signal light which should be controlled, and should be multiplexed or separated spectrally that the signal light which is not multiplexed or separated spectrally shifts to the optical waveguide of another side may be made into max, and perfect multiplexing or spectral separation can be aimed at. Moreover, since the photograph nick crystalline which controls propagation of the signal light of the wavelength field equivalent to the wavelength of the signal light by which the optical waveguide of another side is spread was prepared in the lower stream of a river of a bond part where multiplexing or spectral separation is performed, A bond part can be formed so that the binding fraction which makes it shift to the optical waveguide of another side of the signal light which can be controlled, and should be multiplexed or separated spectrally that the wavelength light by which the optical waveguide of another side should be spread is outputted from the output section may be made into max, and perfect multiplexing or spectral separation can be aimed at.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one gestalt of operation of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention is explained with reference to a drawing.

[0010] As shown in drawing 1, the optical multiplexer/demultiplexer H of this invention is equipped with two optical waveguides 2 and 3 which consist of core glass laid underground on a substrate (not shown) by the clad glass layer 1 by which a laminating is carried out. Optical waveguide 2 has the input section 4 prepared in the shape of a straight line, the curvilinear section 5 following this, the bond part 6 of die-length L and the curvilinear section 7 prepared so that optical waveguide 3 may be deserted, and the output section 8 of the shape of a straight line connected to the output port P3 where the outgoing radiation optical fiber F2 is connected by approaching the optical waveguide 3 of another side further, and being prepared in parallel from the input port P1 where the incident light fiber F1 is connected. On the other hand, optical waveguide 3 carries out as symmetrical a configuration as optical waveguide 2, and it has the input section 14, the curvilinear section 15 following the input section 14, the bond part 16 prepared corresponding to the bond part 6 of optical waveguide 2, the curvilinear section 17 prepared so that optical waveguide 2 may be deserted, and the output section 18 of the shape of a straight line connected to the output port P4 where the outgoing radiation optical fiber F3 is connected. The input sections 4 and 14 which constitute such optical waveguides 2 and 3, the curvilinear sections 5, 7, 15, and 17, and the output sections 8 and 18 have the die length corresponding to the wavelength of the signal light transmitted, respectively. Moreover, bond parts 6 and 16 cannot receive a limit of wavelength, but can set it as the die length which makes a binding fraction max so that it may mention later.

[0011] Between the bond part 6 of two optical waveguides 2 and 3, and 16, the photograph nick crystalline 9 is formed in such an optical multiplexer/demultiplexer. Since multiplexing and spectral separation are performed also in the curvilinear sections 5, 7, 15, and 17 of the part connected to bond parts 6 and 16, as for the photograph nick crystalline 9, it is desirable to be extended and prepared also in the part which counters the curvilinear sections 5, 7, 15, and 17.

[0012] As shown in drawing 2, the photograph nick crystalline 9 has the photograph nick band gap which controls propagation of the light of a fixed frequency domain, and while transmits it and it has a photograph nick band gap equivalent to a wavelength field. That is, the light which has wavelength  $\lambda_2$  is made to penetrate, and controls propagation only to the light which has wavelength  $\lambda_1$ . In addition, a photograph nick band gap is equivalent to  $\lambda_1$  which has unrelated relation  $\lambda_1 < \lambda_2$ , when the wavelength of the signal light to transmit is  $\lambda_1$  and

$\lambda_2$ . Since the photograph nick crystalline 9 has the structure to which the dielectric constant was periodically changed a lot in wavelength, the frequency domain in which an electromagnetic wave cannot have the mode of a proper is formed, and it can control propagation to the light of a fixed frequency domain. As such a photograph nick crystalline 9, as shown in drawing 3 and drawing 4, the thing of uniform structure is perpendicularly (Z shaft orientations are called hereafter) to the two-dimensional periodic side which consists of perimeter dielectrics S1 and S2 which have dielectric constant  $\epsilon_b$  which is prepared in the perimeter of two or more circular rods R1 of dielectric constant  $\epsilon_a$  or the square rod R2, and these rods, and is greatly different from dielectric constant  $\epsilon_a$ .

[0013] The polarization which does not have a magnetic field component in Z shaft orientations especially, and the light of the so-called TM mode, As a photograph nick crystalline 9 which has a photograph nick band gap in a common broad frequency domain to the polarization which does not have an electric-field component in Z shaft orientations, and the so-called TE-mode light The thing of structure uniform to Z shaft orientations is desirable to the two-dimensional periodic side which consists of perimeter dielectrics which have dielectric constant  $\epsilon_b$  which is prepared in the perimeter of the rectangle rod or ellipse form rod which has dielectric constant  $\epsilon_a$ , and these rods, and is greatly different from dielectric constant  $\epsilon_a$ .

[0014] As shown in drawing 5, such a rectangle rod rotates 90 degrees to mutual [ adjoining / four rectangle rods R3 and mutual ], and is arranged. Moreover, the long side of the rectangle rod R3 and a shorter side have the approximated die length with light wave length, as for the die length of a long side and a shorter side, it is desirable that the predetermined ratio [ comparatively as opposed to a long side ] of a shorter side is a rate centering on 0.5, and the rectangle rod R3 has the almost same cross section as the square rod R2.

[0015] The perimeter dielectric S3 prepared in the perimeter of such a rectangle rod R3 serves as a configuration which has the hybrid construction with which the dielectric vein S32 of the dielectric spot S31 in which the long side of the rectangle rod 2 is formed of a part longer than a shorter side, and the pinched narrow part was connected continuously by turns.

[0016] Moreover, as shown in drawing 6, an ellipse form rod rotates 90 degrees to mutual [ adjoining / four ellipse form rods R4 and mutual ], and is arranged. Moreover, the major axis of the ellipse form rod R4 and a minor axis have the approximated die length with light wave length, as for the die length of a major axis and a minor axis, it is desirable that the predetermined ratio [ comparatively as opposed to a major axis ] of a minor axis is a rate centering on 0.5, and the ellipse form rod R4 has the almost same cross section as the circular rod R1.

[0017] Perimeter dielectric S4 prepared in the perimeter of such an ellipse form rod R4 serves as a configuration which has the hybrid construction with which the dielectric vein S42 of the dielectric spot S41 in which the major axis of the ellipse form rod R4 is formed of a part longer than a minor axis, and the pinched narrow part was connected continuously by turns.

[0018] In the optical multiplexer/demultiplexer between which such a photograph nick crystalline 9 was made to be placed If wavelength  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$ , for example, 1.31 micrometers and wavelength  $\lambda_2$ , for example, 2 signal light which has 1.55 micrometers, is inputted from the input port P1 of optical waveguide 2 from the incident light fiber F1 No matter it may pass the curvilinear section 5 and the binding fraction of a bond part 6 may be what case in a bond part 6, the shift to optical waveguide 3 from optical waveguide 2 is intercepted by the photograph nick crystalline 9, and the signal light S1 is transmitted in optical waveguide 2, and is outputted from the outgoing radiation optical fiber F2 through an output port P3. On the other hand, the photograph nick crystalline 9 is penetrated from optical waveguide 2, the total quantity of light shifts to the bond part 16 of optical waveguide 3, and the signal light S2 is transmitted in optical waveguide 3, and is outputted to the outgoing radiation optical fiber F3 from an output port P4. For this reason, the die length of a bond part L can be set as the die length which makes max limit \*\*\*\*\* of the wavelength of the signal light to separate spectrally, and a binding fraction. The relation of the loss of power of signal light and wavelength which are outputted from output ports P3 and P4 is shown in drawing 7. The loss-of-power property of the signal light outputted from ports P3 and P4 is clear in the frequency characteristics of the photograph nick band gap of the photograph nick crystalline 9 and the frequency characteristics of bond parts 6 and 16 being compounded, it being shown that about



30dB loss of power is acquired in output ports P3 and P4, respectively, and the binding fraction being high so that clearly also from drawing.

[0019] In addition, since a photograph nick crystalline is not that to which it passes, it sometimes follows and the effectiveness falls, it can hold a high binding fraction uniformly.

[0020] For manufacturing such an optical multiplexer/demultiplexer, it is based on the following approaches.

[0021] First, in order to manufacture the photograph nick crystalline 9, the semi-conductor membrane formation approach can be used. Masks, such as Cr, can be made the substrate of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si, and SiO<sub>2</sub> grade, patterns, such as a rectangle and an ellipse form, can be imprinted, and it can manufacture by forming the Ayr pattern in a substrate by etching. Moreover, a rectangle rod etc. cannot be made into depletion (Ayr), but can also be made into the desired quality of the material. In the photograph nick crystal structure which has such hybrid construction, it has a photograph nick band gap to TE polarization, and a photograph nick band gap to TM polarization in a common frequency domain. A perfect band gap is generable with conditions, such as a dielectric constant ratio of a rectangle rod or an ellipse rod, and a perimeter dielectric, and a filling factor, in the frequency domain common to TE polarization and TM polarization.

[0022] The density of states of the light wave to TE polarization and TM polarization of a photograph nick crystal structure object which set the ratio of the shorter side of the rectangle rod 2 and a long side to 0.5, and made dielectric constant  $\epsilon_{\text{a}}=1.0$  of the rectangle rod 2, dielectric constant  $\epsilon_{\text{b}}=8.9$  of a perimeter dielectric, and a filling factor the lattice constant a 30% became what is shown in drawing 8. It turns out that the photograph nick band gap with the density of states of a light wave common to zero, i.e., both the modes, is generated by the 0.32 to normalized-radiation-frequency 0.34 neighborhood so that clearly from drawing 8.

[0023] Thus, in order to manufacture an optical multiplexer/demultiplexer using the manufactured photograph nick crystalline, the laminating of a porous clad glass layer and the core glass layer is carried out one by one by the flame depositing method etc. on substrates, such as silicon, it heat-treats in helium and O<sub>2</sub> ambient atmosphere, and a core glass layer is formed in two optical waveguide configurations by ion etching processing after that. Furthermore, the photograph nick crystalline manufactured as mentioned above can be made to be able to lay between two bond parts of optical waveguide, and the laminating of the clad glass layer can be carried out. As clad glass, SiO<sub>2</sub>-GeO<sub>2</sub>-P<sub>4</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> can be used as SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and core glass.

[0024] As shown in drawing 9, the optical multiplexer/demultiplexer of other embodiments of the invention in this application does not form the photograph nick crystalline 9 between the bond part 6 of optical waveguides 2 and 3, and 16, but forms the photograph nick crystallines 10 and 11 in the bays 8 and 18 near the output ports P3 and P4 of the lower stream of a river of bond parts 6 and 16. In addition, the sign shown in drawing 9 shows the thing of the optical multiplexer/demultiplexer shown in drawing 1, and the same thing. The photograph nick crystalline 10 has a photograph nick band gap equivalent to the wavelength band of the wavelength  $\lambda_2$  of signal light which shifts to optical waveguide 3, and the photograph nick crystalline 11 has a photograph nick band gap equivalent to the wavelength band of the wavelength  $\lambda_1$  of the signal light transmitted in optical waveguide 2. Moreover, as shown in drawing 10, the optical multiplexer/demultiplexer of other embodiments forms the photograph nick crystalline 9 between the bond part 6 of optical waveguides 2 and 3, and 16, and forms the photograph nick crystallines 10 and 11 in the bays 8 and 18 near the output ports P3 and P4 of the lower stream of a river of optical waveguide 2 and three bond parts 6 and 16 further. In addition, the sign shown in drawing 10 shows the thing of the optical multiplexer/demultiplexer shown in drawing 9, and the same thing. The photograph nick crystalline 10 has a photograph nick band gap equivalent to the wavelength band of the wavelength  $\lambda_2$  of signal light which shifts to optical waveguide 3, and the photograph nick crystalline 11 has a photograph nick band gap equivalent to the wavelength band of the wavelength  $\lambda_1$  of the signal light transmitted in optical waveguide 2.

[0025] Thus, since the photograph nick crystallines 10 and 11 were formed in bays 8 and 18, respectively, loss of power of each signal light outputted from output ports P3 and P4 can be set to 50dB.

[0026] Since one signal light can control the shift to the optical waveguide of another side and can



do a binding fraction with max in a bond part if light is conversely inputted from each outgoing radiation optical fiber although this invention explained spectral separation in the above-mentioned example, the signal light it was multiplexed [ light ] completely and multiplexed [ light ] from the incident light fiber of 1 is outputted.

[0027] Moreover, the invention in this application is not limited to the above-mentioned example, a wavelength field is not limited to this, either, and the manufacture approach is not limited to this, either.

[0028]

[Effect of the Invention] Since the photograph nick crystalline which controls propagation of the signal light of the wavelength field which is equivalent to short wavelength among the signal light multiplexed or separated spectrally between two bond parts of optical waveguide was prepared according to the optical multiplexer/demultiplexer of the invention in this application so that clearly also from the above-mentioned explanation, A bond part can be formed so that the binding fraction which makes it shift to the optical waveguide of another side of the signal light which should be controlled, and should be multiplexed or separated spectrally that the signal light which should not be multiplexed or separated spectrally shifts to the optical waveguide of another side may be made into max, and perfect multiplexing or spectral separation can be aimed at. Moreover, since the photograph nick crystalline which controls propagation of the wavelength light by which each optical waveguide should be spread, and which does not come out was prepared in the lower stream of a river of a bond part, Since only the wavelength light which controls that the signal light which should be multiplexed or separated spectrally, and which does not come out shifts to the optical waveguide of another side and by which each optical waveguide should be spread can be outputted from the output section, A bond part can be formed so that the binding fraction made to shift to the optical waveguide of another side of the signal light which should be multiplexed or separated spectrally may be made into max, and perfect multiplexing or spectral separation can be aimed at. In addition, since a photograph nick crystalline is not that to which it passes, it sometimes follows and the effectiveness falls, it can hold a high binding fraction uniformly and can perform perfect multiplexing or spectral separation by the coupler of 1.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 2] The explanatory view showing an operation of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 3] The block diagram showing the important section of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 4] The block diagram showing the important section of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 5] The block diagram showing the important section of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 6] The block diagram showing the important section of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 7] The explanatory view showing the effectiveness of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 8] The explanatory view showing the effectiveness of one example of the optical multiplexer/demultiplexer of this invention.

[Drawing 9] The block diagram showing other examples.

[Drawing 10] The block diagram showing other examples.

[Drawing 11] The block diagram showing the conventional example.

[Drawing 12] The explanatory view showing the effectiveness of the conventional example.

[Description of Notations]

2 3 ..... Optical waveguide

4 14 ..... Input section

5, 7, 15, 17 ..... Curvilinear section

6 16 ..... Bond part

8 18 ..... Output section

9, 10, 11 ..... Photograph nick crystalline

---

[Translation done.]

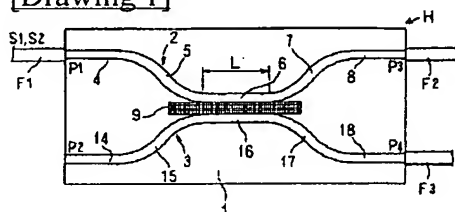
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

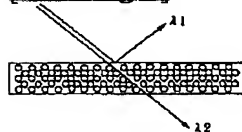
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

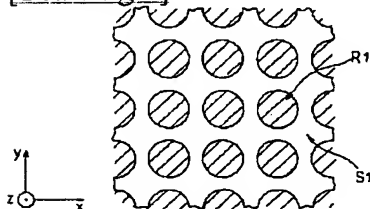
[Drawing 1]



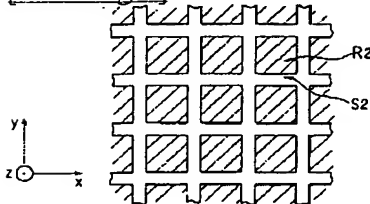
[Drawing 2]



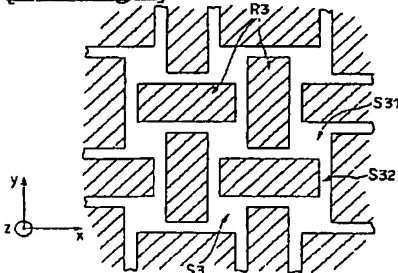
[Drawing 3]



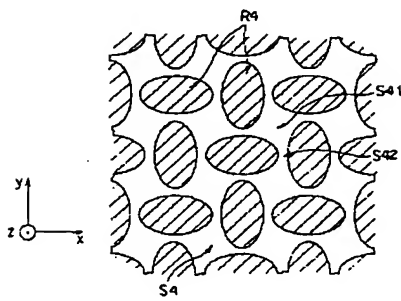
[Drawing 4]



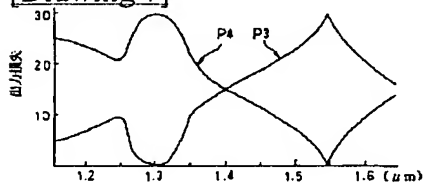
[Drawing 5]



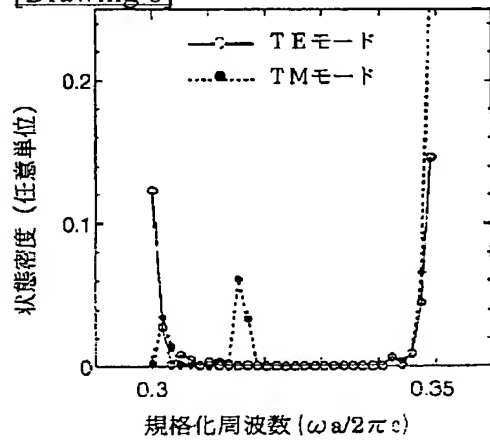
[Drawing 6]



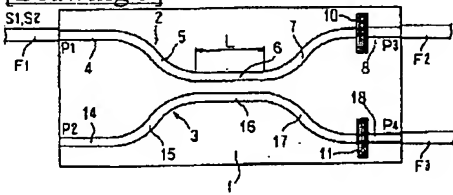
[Drawing 7]



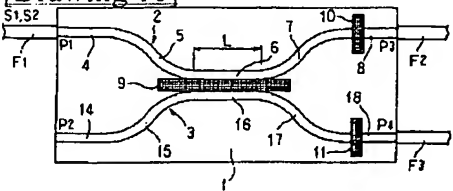
[Drawing 8]



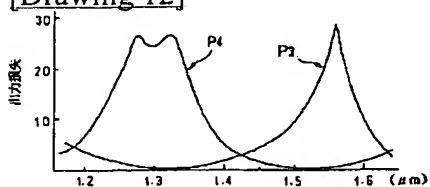
[Drawing 9]



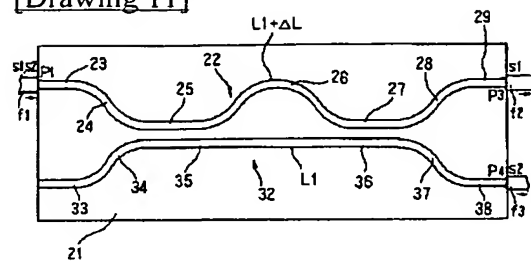
[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-174652

(P 2 0 0 1 - 1 7 4 6 5 2 A)

(43)公開日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/12

識別記号

F I

G02B 6/12

ターコード (参考)

F 2H047

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全7頁)

(21)出願番号 特願平11-354701

(22)出願日 平成11年12月14日(1999.12.14)

(71)出願人 000002255

昭和電線電纜株式会社

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

(72)発明者 榊原 正毅

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(72)発明者 野呂 治人

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(74)代理人 100077584

弁理士 守谷 一雄

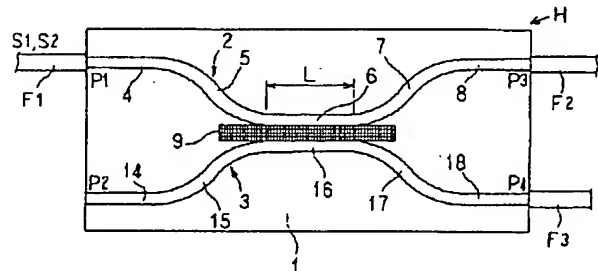
Fターム(参考) 2H047 KB04 LA18 QA01 QA04  
RA00 TA00

(54)【発明の名称】 光合分波器

(57)【要約】

【課題】 光合分波器の合波、分波の移行を波長に制限を受けず完全に行う。

【解決手段】 2つの光導波路2、3の結合部6、16間に合波または分波する信号光S1、S2のうち短い波長に相当する波長領域の信号光S1の伝播を禁止するフォトニック結晶9を設けたため、合波または分波しない信号光S1が他方の光導波路3へ移行されるのを排除し、合波または分波すべき信号光S2の他方の光導波路3へ移行させる結合比を最大とするように結合部6、16を形成でき、完全な合波または分波を図ることができる。また、フォトニック結晶9は経時に伴ってその効果が低下するものではないため、高い結合比を一定に保持することができ、一の結合器によって完全な合波または分波を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、2つの前記光導波路の前記結合部間に一方の光導波路をそのまま伝播される光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体が介在されてなることを特徴とする光合分波器。

【請求項 2】 2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、それぞれの前記光導波路の前記結合部の下流に他方の前記光導波路を伝播する光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたことを特徴とする光合分波器。

【請求項 3】 2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、2つの前記光導波路の前記結合部間に一方の光導波路をそのまま伝播される光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体及びそれぞれの前記光導波路の前記結合部の下流に他方の前記光導波路を伝播する光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたことを特徴とする光合分波器。

【請求項 4】 前記フォトニック結晶体は前記結合部の長さより長いことを特徴とする請求項 1 または 3 記載の光合分波器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信や光センサ等において信号光を合波または分波するための光合分波器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、有線放送テレビジョンにおいては、電話信号と共に、画像信号、各種情報信号等を多重化して伝送する必要があることから、これらの伝送方式として周波数変調多重化伝送方式を採用することが考えられている。この場合、具体的には、電話信号を 1.31  $\mu\text{m}$  の波長帯域で伝送し、画像信号、各種情報信号等を 1.55  $\mu\text{m}$  の波長帯域で伝送することが考えられており、このような波長帯域の信号光を合波、分波するこ

とが不可欠なものとなる。

【0003】 従来から、光集積回路において信号光を合波または分波する素子として光合分波器が知られており、マッハチェンダー光干渉型光合分波器は合波、分波可能な波長帯域が広範囲に亘るため、多用されている。

【0004】 マッハチェンダー光干渉型光合分波器は、クラッドガラス層にコアとなる特定の形状の2つの光導波路が埋設されたものであり、2つの光導波路が平行に近接した部分、即ち結合部で光信号の合波または分波がなされるものである。この種のマッハチェンダー光干渉型光合分波器は、図 11 に示すように、クラッドガラス層 21 に埋設される2つの相互に対称に形成される光導波路 22、32 を備える。光導波路 22 は入射光ファイバー f1 が接続される入力ポート p1 から直線状に設けられる入力部 23 と、これに続く曲線部 24、更に他の光導波路 32 に近接して平行に設けられる結合部 25、光導波路 32 から離反して再度光導波路 32 に近接するように設けられる過長部 26、過長部 26 に続く結合部 27、結合部 27 から離反するように設けられる曲線部 28、出射光ファイバー f2 が接続される出力ポート p3 に接続される直線状の出力部 29 を有するものである。一方、光導波路 32 は光導波路 22 の入力部 23 と対称の位置に直線部 33、直線部 33 に続く曲線部 34、光導波路 22 の結合部 25 に対応して設けられる結合部 35、光導波路 22 の過長部 26 に対応して直線状に設けられ更に光導波路 22 の結合部 27 に対応して設けられる結合部 36、光導波路 22 から離反するように設けられる曲線部 37、出射光ファイバー f3 が接続される出力ポート p4 に接続される直線状の出力部 38 を有するものである。光導波路 22 に過長部 26 を設け、光路長 L1 の光導波路 32 より  $\Delta L$  長い光路長を有するものとし、 $\Delta L$  の長さにより合波、分波する光の波長が定められると共に、光導波路 22、32 間の合波または分波がなされる光量の割合、即ち結合比が定められる。このようなマッハチェンダー光干渉型光合分波器においては、入射光ファイバー f1 から、波長  $\lambda 1$ 、例えば 1.31  $\mu\text{m}$  と、波長  $\lambda 2$ 、例えば 1.55  $\mu\text{m}$  を有する2つの信号光 s1、s2 が光導波路 23 の入力ポート p1 から入力されると、結合部 25 において信号光 s2 の一部が光導波路 32 の結合部 35 へ移行し、更に、結合部 27 において信号光 s2 が光導波路 32 の結合部 36 へ移行し、光導波路 22 を伝送された信号光 s1 が出力ポート p3 から出射光ファイバー f2 へ出力され、光導波路 32 を伝送された信号光 s2 が出力ポート p4 から出射光ファイバー f3 へ出力されるようになってい

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このよ



うなマッハチェンダー光干渉型光合分波器においては、図 1 2 からも明らかなように、結合部を 2 段に設けても信号光 s 2 を完全に光導波路 2 2 から光導波路 3 2 へ移行することはできなかった。また、結合部の結合比は波長と相関関係があり、合波または分波する信号光の波長を特定なものに設定するとその結合比は自ずから定まったものであり、合波または分波する信号光の波長を任意に選択して結合比を大きくすることは困難であった。このため、結合部に誘電体フィルタを設けたものもあったが、経時に伴い得られる効果が低下して満足のいく合波、分波がなされなかった。

【0006】本発明は上記欠点を解消するためになされたものであって、伝送する波長帯域が異なる信号光を、波長帯域を限定せず、完全に合波、分波可能とする光合分波器を提供することを目的とする。

【0007】

【発明を解決するための手段】本願発明の光合分波器は、2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、2つの光導波路の結合部間に一方の光導波路をそのまま伝播される光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体が介在されてなるものである。また、本願発明の光合分波器は、2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、それぞれの光導波路の結合部の下流に他方の光導波路を伝播する光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたものである。更に、本願発明の光合分波器は、2つの光導波路が、光を導入する直線状の入力部と、該入力部から相互に近接する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部に接続され相互に平行に近接して設けられ伝播する光の分波または合波がなされる結合部と、該結合部から相互に離反する方向に曲げられる曲線部と、該曲線部から光を出射する直線状の出力部とを備えた光合分波器において、2つの光導波路の結合部間に一方の光導波路をそのまま伝播される光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体及びそれぞれの光導波路の結合部の下流に他方の光導波路を伝播する光の波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたものである。これら本願発明の光合分波器は、好ましくは、フォトニック結晶体は、結合部の長さより長いものである。

【0008】本願発明の光合分波器は、2つの光導波路

の結合部間に入力された光導波路を合波または分波されずにそのまま伝播される信号光の波長領域の光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたため、合波または分波しない信号光が他方の光導波路へ移行されるのを抑制し、合波または分波すべき信号光の他方の光導波路へ移行させる結合比を最大とするように結合部を形成でき、完全な合波または分波を図ることができる。また、合波または分波が行われる結合部の下流に、他方の光導波路を伝播される信号光の波長に相当する波長領域の信号光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたため、他方の光導波路を伝播されるべき波長光が出力部から出力されるのを抑制することができ、合波または分波すべき信号光の他方の光導波路へ移行させる結合比を最大とするように結合部を形成でき、完全な合波または分波を図ることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光合分波器の実施の一形態を、図面を参照して説明する。

【0010】図 1 に示すように、本発明の光合分波器 H は、基板（図示せず）上に積層されるクラッドガラス層 1 に埋設されるコアガラスからなる 2つの光導波路 2、3 を備える。光導波路 2 は入射光ファイバー F 1 が接続される入力ポート P 1 から直線状に設けられる入力部 4 と、これに続く曲線部 5、更に他方の光導波路 3 に近接して平行に設けられ長さ L の結合部 6、光導波路 3 から離反するように設けられる曲線部 7、出射光ファイバー F 2 が接続される出力ポート P 3 に接続される直線状の出力部 8 を有するものである。一方、光導波路 3 は光導波路 2 と対称的な形状をし、入力部 1 4、入力部 1 4 に続く曲線部 1 5、光導波路 2 の結合部 6 に対応して設けられる結合部 1 6、光導波路 2 から離反するように設けられる曲線部 1 7、出射光ファイバー F 3 が接続される出力ポート P 4 に接続される直線状の出力部 1 8 を有するものである。このような光導波路 2、3 を構成する入力部 4、1 4、曲線部 5、7、1 5、1 7、出力部 8、1 8 はそれぞれ伝送する信号光の波長に対応した長さを有するものである。また、結合部 6、1 6 は後述するように、波長の制限を受けず、結合比を最大とする長さに設定可能である。

【0011】このような光合分波器には、2つの光導波路 2、3 の結合部 6 及び 1 6 間にはフォトニック結晶体 9 が設けられる。フォトニック結晶体 9 は、結合部 6、1 6 に接続される部分の曲線部 5、7、1 5、1 7 においても合波、分波が行われるため、曲線部 5、7、1 5、1 7 に対向する部分にも延長して設けられるのが好ましい。

【0012】フォトニック結晶体 9 は、図 2 に示すように、一定の周波数領域の光の伝播を抑制するフォトニック・バンドギャップを有するものであり、伝送する一方の波長領域に相当するフォトニック・バンドギャップを

有するものである。即ち、波長 $\lambda_2$ を有する光は透過させ、波長 $\lambda_1$ を有する光に対してのみ伝播を抑制するものである。尚、フォトニック・バンドギャップは、伝送する信号光の波長が $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の場合、 $\lambda_1 < \lambda_2$ なる関係を有する $\lambda_1$ に相当するものである。フォトニック結晶体9は、誘電率を波長単位で周期的に大きく変化した構造体を有するため、電磁波が固有のモードを持っていない周波数領域が形成され、一定の周波数領域の光に対して伝播を抑制できるものである。このようなフォトニック結晶体9として、図3、図4に示すように、誘電率 $\epsilon_a$ の複数の円形ロッドR1または正方形ロッドR2と、これらロッドの周囲に設けられ誘電率 $\epsilon_a$ と大きく異なる誘電率 $\epsilon_b$ を有する周囲誘電体S1、S2で構成される2次元の周期面に対して垂直方向（以下、Z軸方向と称す）に一樣な構造のものがある。

【0013】特に、Z軸方向に磁場成分を持たない偏光、所謂TMモードの光と、Z軸方向に電場成分を持たない偏光、所謂TEモード光に対して共通の幅広い周波数領域でフォトニック・バンドギャップを有するフォトニック結晶体9としては、誘電率 $\epsilon_a$ を有する長方形ロッドまたは楕円形ロッドと、これらロッドの周囲に設けられ誘電率 $\epsilon_a$ と大きく異なる誘電率 $\epsilon_b$ を有する周囲誘電体で構成される2次元の周期面に対しZ軸方向に一樣な構造のものが好ましい。

【0014】このような長方形ロッドは、図5に示すように、隣接する4つの長方形ロッドR3と相互に90度回転されて配置される。また、長方形ロッドR3の長辺、短辺は光波長と近似した長さを有し、長辺と短辺との長さは所定の割合、長辺に対する短辺の比が0.5を中心とした割合であることが好ましく、長方形ロッドR3は正方形ロッドR2とほぼ同一の断面積を有する。

【0015】このような長方形ロッドR3の周囲に設けられる周囲誘電体S3は、長方形ロッド2の長辺が短辺より長い部分によって形成される誘電体スポットS31と、短辺と長辺によって挟まれた狭い部分の誘電体ベインS32が交互に連続的につながったハイブリッド構造を有する形状となっている。

【0016】また、楕円形ロッドは、図6に示すように、隣接する4つの楕円形ロッドR4と相互に90度回転されて配置される。また、楕円形ロッドR4の長軸、短軸は光波長と近似した長さを有し、長軸と短軸との長さは所定の割合、長軸に対する短軸の比が0.5を中心とした割合であることが好ましく、楕円形ロッドR4は円形ロッドR1とほぼ同一の断面積を有する。

【0017】このような楕円形ロッドR4の周囲に設けられる周囲誘電体S4は、楕円形ロッドR4の長軸が短軸より長い部分によって形成される誘電体スポットS41と、楕円の頂部と復部によって挟まれた狭い部分の誘電体ベインS42が交互に連続的につながったハイブリッド構造を有する形状となっている。

【0018】このようなフォトニック結晶体9を介在させた光合分波器においては、入射光ファイバーF1から、波長 $\lambda_1$ 、例えば、1.31 $\mu\text{m}$ 、と波長 $\lambda_2$ 、例えば、1.55 $\mu\text{m}$ を有する2つ信号光S1、S2が光導波路2の入力ポートP1から入力されると、曲線部5を通過して結合部6において信号光S1は結合部6の結合比が如何なる場合であっても、フォトニック結晶体9によって光導波路2から光導波路3への移行が遮断され、光導波路2を伝送され、出力ポートP3を介して出射光ファイバーF2から出力される。一方、信号光S2は光導波路2からフォトニック結晶体9を透過して光導波路3の結合部16へ全光量が移行し、光導波路3を伝送され出力ポートP4から出射光ファイバーF3へ出力されるようになっている。このため、結合部16の長さは、分波する信号光の波長の制限を受けず、結合比を最大とする長さに設定することができる。出力ポートP3、P4から出力される信号光の出力損失と波長との関係は、図7に示されるものである。図からも明らかなように、ポートP3、P4から出力される信号光の出力損失特性は、フォトニック結晶体9のフォトニック・バンドギャップの周波数特性と、結合部6、16の周波数特性が合成されたものであり、出力ポートP3、P4においてそれぞれ30dB程度の出力損失が得られることが示され、結合比が高くなっていることが明確である。

【0019】尚、フォトニック結晶体は経時に伴ってその効果が低下するものではないため、高い結合比を一定に保持することができる。

【0020】このような光合分波器を製造するには以下のような方法による。

【0021】まず、フォトニック結晶体9を製造するには、半導体成膜方法を用いることができる。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si、SiO<sub>2</sub>等の基板にCr等のマスクをして長方形、楕円形等のパターンを転写し、エッチングにより基板にエアパターンを形成することにより製造することができる。また、長方形ロッド等も空乏（エア）とせず所望の材質とすることもできる。このようなハイブリッド構造を有するフォトニック結晶構造においては、TE偏光に対するフォトニック・バンドギャップと、TM偏光に対するフォトニック・バンドギャップを共通する周波数領域において有するものである。長方形ロッドまたは楕円ロッドと周囲誘電体との誘電率比や充填率などの条件により、TE偏光とTM偏光に共通する周波数領域で完全なバンドギャップを生成することができる。

【0022】長方形ロッド2の短辺と長辺との比を0.5とし、長方形ロッド2の誘電率 $\epsilon_a = 1.0$ 、周囲誘電体の誘電率 $\epsilon_b = 8.9$ 、充填率を30%、格子定数aとしたフォトニック結晶構造体のTE偏光とTM偏光に対する光波の状態密度は、図8に示すものとなった。図8から明らかなように、規格化周波数0.32~0.

34付近に光波の状態密度がゼロ、即ち両モードに共通

のフォトニック・バンドギャップが生成されていることがわかる。

【0023】このように製造されたフォトニック結晶体を用いて光合分波器を製造するには、シリコン等の基板上に火炎堆積法等によって多孔質のクラッドガラス層、コアガラス層を順次積層し、HeとO<sub>2</sub>雰囲気中で熱処理し、その後イオンエッチング加工によりコアガラス層を2つの光導波路形状に形成する。更に、2つの光導波路の結合部間に前述のように製造したフォトニック結晶体を載置させ、クラッドガラス層を積層することができる。クラッドガラスとしては、SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、コアガラスとしては、SiO<sub>2</sub>-GeO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を使用することができる。

【0024】本願発明の他の実施態様の光合分波器は、図9に示すように、光導波路2、3の結合部6、16間には、フォトニック結晶体9を設けず、結合部6、16の下流の出力ポートP3、P4の近傍の直線部8、18にフォトニック結晶体10、11を設けたものである。尚、図9に示す符号は図1に示す光合分波器のものと同様のものを示している。フォトニック結晶体10は、光導波路3へ移行される信号光の波長λ<sub>2</sub>の波長帯域に相当するフォトニック・バンドギャップを有し、フォトニック結晶体11は、光導波路2を伝送される信号光の波長λ<sub>1</sub>の波長帯域に相当するフォトニック・バンドギャップを有するものである。また、他の実施態様の光合分波器は、図10に示すように、光導波路2、3の結合部6、16間にフォトニック結晶体9を設け、更に、光導波路2、3結合部6、16の下流の出力ポートP3、P4の近傍の直線部8、18にフォトニック結晶体10、11を設けたものである。尚、図10に示される符号は図9に示す光合分波器のものと同様のものを示している。フォトニック結晶体10は、光導波路3へ移行される信号光の波長λ<sub>2</sub>の波長帯域に相当するフォトニック・バンドギャップを有し、フォトニック結晶体11は、光導波路2を伝送される信号光の波長λ<sub>1</sub>の波長帯域に相当するフォトニック・バンドギャップを有するものである。

【0025】このようにフォトニック結晶体10、11をそれぞれ直線部8、18に設けたため、出力ポートP3、P4から出力されるそれぞれの信号光の出力損失は50dBとすることができる。

【0026】本発明は上記実施例においては、分波について説明したが、それぞれの出射光ファイバーから逆に光を入力すれば、結合部において一方の信号光が他方の光導波路への移行を抑制することができ、結合比を最大とできるため、完全に合波され、一の入射光ファイバーから合波された信号光が出力される。

【0027】また、本願発明は上記実施例に限定されず、波長領域もこれに限定されるものではなく、また、

製造方法もこれに限定されるものではない。

【0028】

【発明の効果】上記説明からも明らかなように、本願発明の光合分波器によれば、2つの光導波路の結合部間に合波または分波する信号光のうち短い波長に相当する波長領域の信号光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたため、合波または分波されるべきでない信号光が他方の光導波路へ移行されるのを抑制し、合波または分波すべき信号光の他方の光導波路へ移行させる結合比を最大とするように結合部を形成でき、完全な合波または分波を図ることができる。また、結合部の下流にそれぞれの光導波路を伝播されるべきでない波長光の伝播を抑制するフォトニック結晶体を設けたため、合波または分波されるべきでない信号光が他方の光導波路へ移行されるのを抑制し、それぞれの光導波路を伝播されるべき波長光のみ出力部から出力できるため、合波または分波すべき信号光の他方の光導波路へ移行させる結合比を最大とするように結合部を形成でき、完全な合波または分波を図ることができる。加えて、フォトニック結晶体は経時に伴ってその効果が低下するものではないため、高い結合比を一定に保持することができ、一の結合器によって完全な合波または分波を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光合分波器の一実施例を示す構成図。

【図2】本発明の光合分波器の一実施例の作用を示す説明図。

【図3】本発明の光合分波器の一実施例の要部を示す構成図。

【図4】本発明の光合分波器の一実施例の要部を示す構成図。

【図5】本発明の光合分波器の一実施例の要部を示す構成図。

【図6】本発明の光合分波器の一実施例の要部を示す構成図。

【図7】本発明の光合分波器の一実施例の効果を示す説明図。

【図8】本発明の光合分波器の一実施例の効果を示す説明図。

【図9】他の実施例を示す構成図。

【図10】他の実施例を示す構成図。

【図11】従来例を示す構成図。

【図12】従来例の効果を示す説明図。

【符号の説明】

2、3……光導波路

4、14……入力部

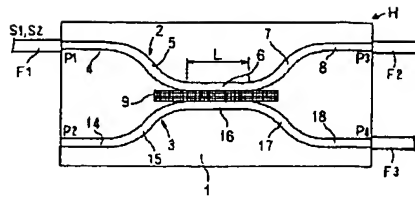
5、7、15、17……曲線部

6、16……結合部

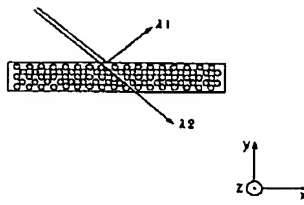
8、18……出力部

9、10、11……フォトニック結晶体

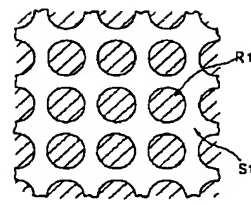
【図1】



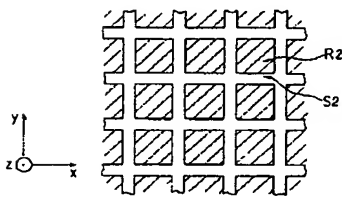
【図2】



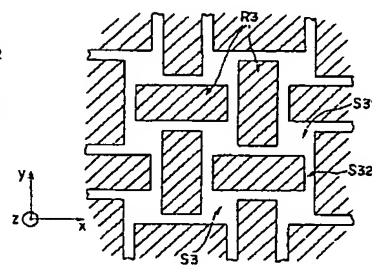
【図3】



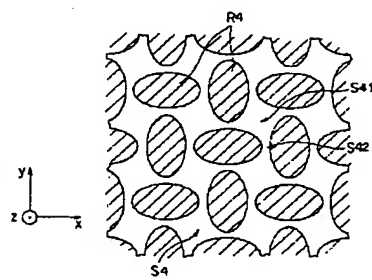
【図4】



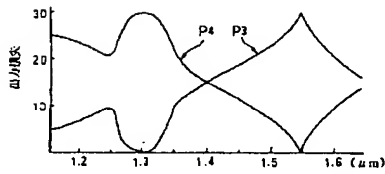
【図5】



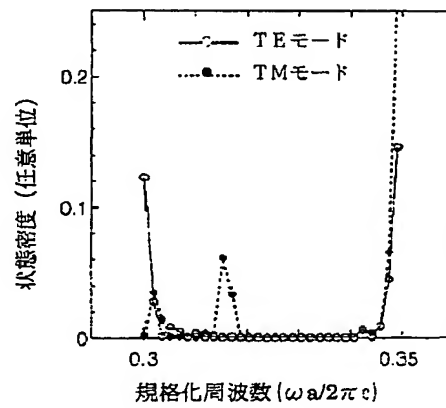
【図6】



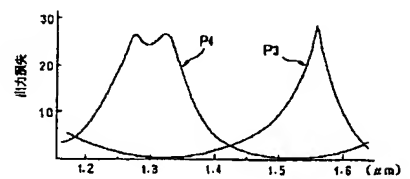
【図7】



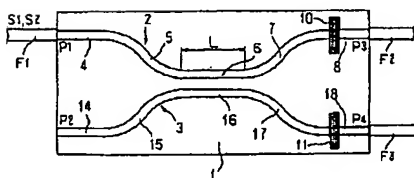
【図8】



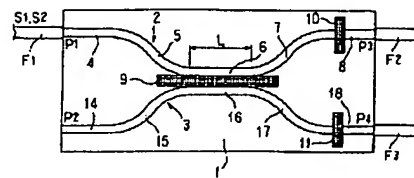
【図12】



【図9】



【図10】



【図 11】

